

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИХРЕВОГО ЖГУТА НА ПУЛЬСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОТУРБИНАХ

Гришин А.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одной из наиболее распространенных причин поломки оборудования или снижения его долговечности являются жгутовые пульсации давления. Вращаясь вокруг оси турбины, вихревой жгут, при наличии эксцентриситета, индуцирует на стенках отсасывающей трубы переменные во времени скорости. Двойной относительный размах пульсаций давления за один оборот жгута при этом равен разности динамических напоров, вычисленных по максимальной и минимальной абсолютной скорости. Направление вращения жгута зависит от знака его циркуляции. При положительной циркуляции жгут вращается в сторону вращения рабочего колеса, а при отрицательной – в противоположном направлении. Частота вращения жгута зависит от его геометрии (эксцентриситета, угла подъема винтовой линии) и взаимодействия с невозмущенным окружающим потоком в отсасывающей трубе.

В сечении за лопастями рабочего колеса поток является двухсвязным, поскольку ограничен двумя контурами, внешним – отсасывающей трубой и внутренним – обтекатель. Если циркуляция по внутреннему контуру равна нулю, то, при движении вдоль оси турбины, внутренний контур стягивается в точку и поток становится односвязным. Если циркуляция по внутреннему контуру отлична от нуля, он не может стянуться в точку из-за возрастания окружной составляющей потока, поэтому поток остается двухсвязным на всем протяжении отсасывающей трубы. Внутренней границей такого потока является ядро возникшего вихревого жгута с циркуляцией равной циркуляции у корневых сечений лопасти.

Поскольку вихрю принадлежат одни и те же частицы жидкости, он ведет себя как инородное тело. При потере устойчивости он попадает в зону невозмущенного потока и обтекается им. При равных по величине, но противоположных по знаку циркуляциях вихря его эксцентриситет больше в случае совпадения циркуляций вихря и окружающего потока.

Уменьшение расхода приводит к увеличению положительной циркуляции вихревого жгута, увеличению эксцентриситета и уровня пульсаций давления. Одновременно происходит увеличение диаметра ядра, что затем, в свою очередь, приводит к уменьшению эксцентриситета за счет вытеснения вихрем области расходного невозмущенного потока. Максимальные эксцентриситет вихревого жгута и пульсации давления наблюдаются на режимах частичной (40-60%) нагрузки.

За оптимальным режимом, вихревой жгут имеет отрицательную циркуляцию и вращается в сторону, противоположную вращению рабочего колеса. При отмеченных режимах циркуляция на выходе также увеличивается с увеличением расхода и также наблюдается рост ядра жгута, хотя и менее интенсивный, чем при режимах с частичными нагрузками.